

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-197902

(P2019-197902A)

(43) 公開日 令和1年11月14日(2019.11.14)

|                              |                |             |
|------------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                 | F I            | テーマコード (参考) |
| <b>H01L 21/683 (2006.01)</b> | H01L 21/68 N   | 3K058       |
| <b>H05B 3/00 (2006.01)</b>   | H05B 3/00 370  | 3K092       |
| <b>H05B 3/72 (2006.01)</b>   | H05B 3/00 310E | 5F131       |
|                              | H05B 3/72      |             |

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 15 頁)

|                    |                              |          |                       |
|--------------------|------------------------------|----------|-----------------------|
| (21) 出願番号          | 特願2019-119269 (P2019-119269) | (71) 出願人 | 502137880             |
| (22) 出願日           | 令和1年6月27日 (2019.6.27)        |          | ワトロ エレクトリック マニュファク    |
| (62) 分割の表示         | 特願2018-526928 (P2018-526928) |          | チュアリング カンパニー          |
|                    | の分割                          |          | アメリカ合衆国 ミズーリ州 セントルイ   |
| 原出願日               | 平成28年12月7日 (2016.12.7)       |          | ス市 ラックランドロード 12001番   |
| (31) 優先権主張番号       | 14/962,733                   | (74) 代理人 | 100083895             |
| (32) 優先日           | 平成27年12月8日 (2015.12.8)       |          | 弁理士 伊藤 茂              |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国 (US)                      | (74) 代理人 | 100175983             |
|                    |                              |          | 弁理士 海老 裕介             |
|                    |                              | (72) 発明者 | スワンソン, カル, ティー.       |
|                    |                              |          | アメリカ合衆国 ミズーリ州 63139   |
|                    |                              |          | , セントルイス, ローレン アヴェニュー |
|                    |                              |          | ー 3307, アpartment 4   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤ数の削減されたヒーターアレイブロック

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 チャック又はサセプタ用途の熱損失又は他の変動を補償するために動作中に精密な温度プロファイルを加熱目的物へ送達できる熱システムを提供する。

【解決手段】 熱システム200は、熱要素を含んでいる。各熱要素の各は、独立して制御可能であり抵抗104a~104dと電流制限装置106a~106dを画定している。熱要素は、第1の並列熱要素のサブセット102a、102cと、第2の並列熱要素のサブセット102b、102dと、を有している。熱システムは更に、熱要素に接続されている電源ライン108、110、112を有している。電源ライン108が並列熱要素のサブセット102a、102cに接続され、電源ライン110が並列熱要素のサブセット102b、102dに接続され、電源ライン112は第1及び第2の並列熱要素のサブセットに接続された共通電源ラインである。

【選択図】 図5

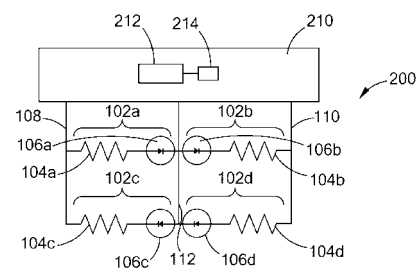


FIG. 5

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の熱要素であって、前記熱要素の各々が独立して制御可能であり、前記熱要素の各々が抵抗と電流制限装置を画定しており、当該複数の熱要素が、少なくとも 1 つの第 1 の並列熱要素のサブセット、及び少なくとも 1 つの第 2 の並列熱要素のサブセットを備え、所与の並列熱要素のサブセットにおける前記電流制限装置が互いに反対の極性を有している、複数の熱要素と、

前記複数の熱要素に接続された複数の電源ラインであって、当該複数の電源ラインのうちの第 1 の電源ラインが前記第 1 の並列熱要素のサブセットの熱要素に接続され、第 2 の電源ラインが前記第 2 の並列熱要素のサブセットの熱要素に接続され、第 3 の電源ラインが前記第 1 及び第 2 の並列熱要素のサブセットに接続された共通電源ラインであり、前記複数の熱要素における各抵抗が前記電流制限装置を介して前記共通電源ラインに接続されるようにされた、複数の電源ラインと、

を備える、熱システム。

**【請求項 2】**

選択された熱要素に電流を供給することにより前記熱要素を選択的に操作する制御システムを更に備える、請求項 1 に記載の熱システム。

**【請求項 3】**

前記制御システムが、前記第 1、第 2、及び第 3 の電源ラインに電力又は接地を印加して前記熱要素を選択的にアクティブにするようにされた、請求項 2 に記載の熱システム。

**【請求項 4】**

前記制御システムが、前記複数の熱要素のうちの 1 つだけを通る電流を供給するようにされた、請求項 2 に記載の熱システム。

**【請求項 5】**

前記抵抗と前記電流制限装置が直列に接続されている、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の熱システム。

**【請求項 6】**

前記複数の電源ラインのそれぞれがノードを画定している、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の熱システム。

**【請求項 7】**

前記電流制限装置が、ダイオード、シリコン制御整流器、及びシリコン制御スイッチ、から成る群より選択された、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の熱システム。

**【請求項 8】**

前記抵抗が、積層加熱要素、エッチング箔要素、及び巻線要素、から成る群より選択された加熱要素である、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の熱システム。

**【請求項 9】**

複数の熱システムであって、各熱システムが独立して制御可能である、複数の熱システムを備え、前記複数の熱システムのそれぞれが、

4 つの熱要素であって、前記熱要素の各々が独立して制御可能であり、前記熱要素の各々が抵抗と電流制限装置を画定しており、当該 4 つの熱要素が第 1 の並列熱要素のサブセット及び第 2 の並列熱要素のサブセットを備え、所与の並列熱要素のサブセットにおける前記電流制限装置が互いに反対の極性を有している、4 つの熱要素と、

前記熱要素に電力を提供するための 3 つの電源ラインであって、当該 3 つの電源ラインのうちの第 1 の電源ラインが前記第 1 の並列熱要素のサブセットの前記熱要素のみに接続され、第 2 の電源ラインが前記第 2 の並列熱要素のサブセットの前記熱要素のみに接続され、第 3 の電源ラインが前記第 1 及び第 2 の並列熱要素のサブセットに接続された共通電源ラインであり、前記 4 つの熱要素の各抵抗が前記電流制限装置を介して前記共通電源ラインに接続されるようにされた、複数の電源ラインと、

を備える、複数の熱システム。

**【請求項 10】**

選択した熱要素に電流を供給することにより前記熱要素を選択的に操作する制御システムを更に備える、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 1 1】

前記制御システムが、前記第 1、第 2、及び第 3 の電源ラインに電力又は接地を印加して前記熱要素を選択的にアクティブにするようにされた、請求項 1 0 に記載のシステム。

【請求項 1 2】

前記制御システムが、前記 4 つの熱要素のうちの 1 つだけを通る電流を供給するようにされた、請求項 1 0 に記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記抵抗と前記電流制限装置が直列に接続されている、請求項 9 乃至 1 2 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記抵抗が、積層加熱要素、エッチング箔要素、及び巻線要素、から成る群より選択された加熱要素である、請求項 9 乃至 1 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、熱システム及びそれに関係する制御に関するものであり、より詳細には、半導体加工で使用するためのチャック又はサセプタの様な用途での熱損失及び / 又は他の変動を補償するために動作中に精密な温度プロファイルを加熱目的物へ送達することのできる熱システムに関する。

【背景技術】

【0002】

この項の記述は本開示に関係のある背景情報を提供しているにすぎず先行技術を構成しているわけではない。

【0003】

半導体加工の技術では、例えば、基板（又はウェーハ）を保持して加工中の基板に均一な温度プロファイルを提供するのに、チャック又はサセプタが使用されている。図 1 を参照すると、静電チャックのための支持部組立体 1 0 が描かれており、当該支持部組立体は、埋込み電極 1 4 を有する静電チャック 1 2 と、典型的にはシリコン接着剤である接着層 1 8 によって静電チャック 1 2 へ貼り合わされているヒータープレート又は目的物 1 6 と、を含んでいる。ヒータープレート又は目的物 1 6 にはヒーター 2 0 が固着されており、ヒーター 2 0 は一例としてエッチング箔ヒーターである。このヒーター組立体は、先と同じく典型的にはシリコン接着剤である接着層 2 4 によって冷却プレート 2 2 へ貼り合わされている。静電チャック 1 2 上に基板 2 6 が配置され、電極 1 4 は基板 2 6 を所定位置に保持する静電力が生成されるように電圧源（図示されていない）へ接続されている。無線周波数（RF）又はマイクロ波の電源（図示されていない）が、支持部組立体 1 0 を取り囲んでいるプラズマ反応器チャンバ内で静電チャック 1 2 へ連結されていることもある。ヒーター 2 0 は、こうして、プラズマ強化膜蒸着やエッチングを含む様々なチャンバ内プラズマ半導体加工工程中に基板 2 6 上の温度を維持するために必要な熱を提供する。

【0004】

基板 2 6 の加工の全ての段階において、総加工時間を短縮しながら、エッチングされる基板 2 6 内の加工のばらつきを低減するために静電チャック 1 2 の温度プロファイルを厳密に制御することが重要である。他にも用途はあるが中でも特に半導体加工の技術分野では、基板上の温度均一性を向上させるための改善された装置及び方法が継続して求められている。

【発明の概要】

【0005】

熱システムは複数の熱要素を含んでいる。熱要素の各々は抵抗と電流制限装置を画定している。複数の熱要素は、少なくとも 1 つの第 1 の並列熱要素のサブセットと、少なくと

10

20

30

40

50

も１つの第２の並列熱要素のサブセットと、を有している。システムは、更に、複数の熱要素へ接続されている複数の電源ラインを有している。電源ラインは、並列セットとして接続されている複数の熱要素のサブセットへ電力を提供するために対として構成されている。電源ラインの各対はサブセット内の隣接する熱要素の並列セットと共通電源ラインを共用している。加えて、サブセット内の隣接する熱要素の並列セットの電流制限装置の各々は逆である。第１の並列熱要素のサブセットと第２の並列熱要素のサブセットは共通電源ラインを共用している。

【０００６】

ヒーターシステムが、加熱目的物と、加熱目的物へ固着されているヒーターと、を含んでいる。ヒーターは複数の熱要素を有している。熱要素の各々は抵抗と電流制限装置を画  
10  
定している。複数の熱要素は、少なくとも１つの第１の並列熱要素のサブセットと、少なくとも１つの第２の並列熱要素のサブセットと、を有している。システムは、更に、複数の熱要素へ接続されている複数の電源ラインを有している。電源ラインは、並列セットとして接続されている複数の熱要素のサブセットへ電力を提供するために対として構成されている。電源ラインの各対はサブセット内の隣接する熱要素の並列セットと共通の電源ラインを共用している。加えて、サブセット内の隣接する熱要素の並列セットの電流制限装置の各々は逆である。第１の並列熱要素のサブセットと第２の並列熱要素のサブセットは共通電源ラインを共用している。

【０００７】

ここに提供されている説明から適用可能性の更なる分野が明らかになるであろう。説明  
20  
及び具体例は例示目的のためだけであり本開示の範囲を限定しようとするものではないことを理解されたい。

【０００８】

本開示が十分に理解されるようにするため、これより添付図面を参照しながら一例として与えられているその様々な形態を説明してゆく。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】先行技術の静電チャックの立面側面図である。

【図２Ａ】チューニング層を有していて本開示の１つの形態の原理により構築されている  
30  
ヒーターの部分側面図である。

【図２Ｂ】チューニング層又はチューニングヒーターを有していて本開示の原理により構築されているヒーターの別の形態の分解側面図である。

【図２Ｃ】本開示の原理による或るヒーターの斜視分解図であり、例示としての、ベースヒーター用の４つのゾーン及びチューニングヒーター用の１８のゾーンを示す図である。

【図２Ｄ】補足的なチューニング層を有していて本開示の原理により構築されている高精度ヒーターシステムの別の形態の側面図である。

【図３】本開示の原理による熱システムを示す模式図である

【図４】２４の熱要素を有している６つの熱システムを示す模式図である。

【図５】制御システムを有している、本開示の原理による熱システムを示す模式図である  
40  
。

【図６】熱システムを制御する方法を示すフローチャートである。

【図７】本開示の原理による、図３、図４、及び図５の熱システムを制御するための制御システムを示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

ここに説明されている図面は例示のみが目的であり本開示の範囲を如何様にも限定する意図はない。

【００１１】

次に続く説明は、本質的に例示にすぎず、本開示、適用、又は使用を限定しようとするものではない。例えば、本開示の以下の形態は、半導体加工で使用するためのチャック、  
50

一部の例では静電チャック、に向けられている。とはいえ、ここに提供されているヒーター及びシステムは様々な用途に採用することができ、半導体加工用途に限定されるものではないことを理解されたい。図面全体を通して対応する符号は同様の又は対応する部分及び特徴を指すものと理解されたい。

#### 【0012】

図2Aを参照して、本開示の1つの形態は、少なくとも1つのヒーター回路54が埋め込まれているベースヒーター層52を含んでいるヒーター50である。ベースヒーター層52は、ヒーター回路54を電力供給部(図示されていない)へ接続するための貫通形成された少なくとも1つの開口56(又はビア)を有している。ベースヒーター層52は一次加熱を提供し、更に、図示ではヒーター層52に近接して配置されているチューニングヒーター層60がヒーター50によって提供される熱分布の微細チューニングを提供する。チューニング層60には、独立に制御される複数の個別加熱要素62が埋め込まれている。少なくとも1つの開口64が、複数の個別加熱要素62を電力供給部及びコントローラ(図示されていない)へ接続するためにチューニング層60を貫いて形成されている。更に示されている様に、ベースヒーター層52とチューニング層60との間にはルーティング層66が配置されていて内部空洞68を画定している。ヒーター層の開口56を通して延びている電気リードの第1のセット70がヒーター回路54を電力供給部へ接続している。電気リードの第2のセット72は、複数の加熱要素62を電力供給部へ接続していて、ベースヒーター層52の開口55に加えてルーティング層66の内部空洞68を通して延びている。ルーティング層66は随意であり、ヒーター50は、ルーティング層66無しで、ベースヒーター層52とチューニングヒーター層60のみを有するようにしても良いことを理解されたい。

#### 【0013】

別の形態では、チューニング層60は熱分布の微細チューニングを提供するのではなく代わりにチャック12の温度を測定するのに使用されてもよい。この形態は、温度依存性抵抗回路の複数の区域固有場所又は離散場所を提供する。本願との同一出願人による米国特許9,123,756号に示されているように多重切換配列を介してこれらの温度センサーの各々を個別に読み出すようにすれば、各個別センサーを測定するのに必要とされる信号ワイヤ数に対比して実質的により多くのセンサーを使用できるようになるものであり、前記米国特許の開示をここに参考文献としてそっくりそのまま援用する。温度検知フィードバックは、例えば基板26からチャック12への熱流束を調整するために特定の裏面ゾーンの冷却ガス圧力を制御する場合の、制御決定にとって必要な情報を提供することができる。この同じフィードバックは、更に、ベース加熱ゾーン54の温度制御のために又は補助的な冷却流体熱交換器を介しての平衡板冷却流体温度(図示されていない)の温度制御のために、ベースヒーター50付近に設置されている温度センサーを置換する又は増強するのに使用することができる。

#### 【0014】

1つの形態では、ベースヒーター層50及びチューニングヒーター層60は、概ね250より下である中温用途についてはポリイミド材料にヒーター回路54及びチューニング層加熱要素62を封入することで形成されている。また、ポリイミド材料は、熱伝導率を上げるために諸材料でドーブされていてもよい。

#### 【0015】

他の形態では、ベースヒーター層50及び/又はチューニングヒーター層60は、積層プロセスによって形成されており、層は、厚膜、薄膜、溶射、又はゾルゲル、その他、と関連付けられるプロセスを使用して、或る材料を基板又は別の層へ塗布又は蓄積させることにより形成されている。

#### 【0016】

1つの形態では、ベース加熱回路54はInconel(登録商標)から形成され、チューニング層加熱要素62はニッケル材料である。更に別の形態では、チューニング層加熱要素62は、それら要素がヒーター兼温度センサーとして機能するように十分な抵抗の

温度係数を有する材料で形成されている。その様なヒーター及びそれらの材料は、本願との同一出願人による米国特許第7,196,295号及び同第8,378,266号に開示されており、それら特許の開示をここに参考文献としてそっくりそのまま援用する。

#### 【0017】

本開示の様々な形態は層加熱要素62に対する温度、電力、及び/又は熱インピーダンスに基づく制御を含んでおり、それは、熱インピーダンスチューニング層60の個別要素の各々へ印加される電圧及び/又は電流を把握又は測定し、多重化及び分割により、1つ目の例ではこれらの要素の各々から出力される熱流束に対応する電氣的パワー及び抵抗へ、また2つ目の例では要素温度に対する既知の関係に対応する電氣的パワー及び抵抗へ、変換することを通じてなされる。これらを併せて使用し、各要素への熱インピーダンス負荷を計算して監視し、オペレータ又は制御システムが、限定するわけではないが使用又は保守、加工エラー、及び機材劣化に起因するチャンバ又はチャックの物理的变化から生じ得る区域固有の熱変化を検出して補償するようにすることができる。代わりに、熱インピーダンスチューニング層60の個別に制御される加熱要素の各々に同じ又は異なる固有温度に対応する設定値抵抗を割り当て、そうして基板上の対応する区域由来の熱流束を修正し又は通門してベースヒーター層52へ通し半導体加工中の基板温度を制御するようにしてもよい。

10

#### 【0018】

1つの形態では、ベースヒーター50は、例えばシリコン接着剤また更には感圧性接着剤を使用することによってチャック51へ貼り合わされている。従って、ヒーター層52は一次加熱を提供し、チューニング層60は加熱プロファイルを微細チューニングし又は調節して均一の又は所望の温度プロファイルがチャック51へ、ひいては基板(図示されていない)へ提供されるようにする。

20

#### 【0019】

本開示の別の形態では、チューニング層加熱要素62の熱膨張係数(CTE)は、歪み負荷に曝されたときのチューニング層加熱要素62の温度感受性を改善するためにチューニング加熱層基板60のCTEに整合されている。二線式制御向けの多くの適した材料は、温度と歪みの両方に対する抵抗の感受性を含め、抵抗温度装置(RTDs: Resistor Temperature Devices)と同様の特性を示す。チューニング層加熱要素62のCTEをチューニングヒーター層基板60に整合させることは、実際の加熱要素への歪みを低減する。そして、動作温度が上昇すると歪みレベルは上昇する傾向があることから、CTE整合はより大きな要因となる。1つの形態では、チューニング層加熱要素62は大凡15ppm/°CのCTEを有する高純度ニッケル-鉄合金であり、それを封入するポリイミド材料は大凡16ppm/°CのCTEを有している。この形態では、チューニングヒーター層60を他の層へ貼り合わせる材料は、チューニングヒーター層60をチャック12の他の部材から物理的に結合解除する弾性特性を示す。本開示の範囲内に留まる限り、同等のCTEを有する他の材料を採用することもできるものと理解されたい。

30

#### 【0020】

これより図2B-図2Dを参照すると、ベースヒーター層とチューニング層(以上に図2Aの中で概説)の両方を有するヒーターの1つの例示としての形態が描かれていて、全体を符号80で表されている。ヒーター80は、ベースプレート又は目的物82(冷却板とも呼称される)を含んでおり、当該プレートは1つの形態では厚さ大凡16mmのアルミニウム板である。ベースヒーター84が、1つの形態では示されている様にエラストマー系ボンド層86を使用して、ベースプレート又は目的物82へ固着されている。基板88がベースヒーター84の上に配置されており、本開示の1つの形態によれば、それは厚さ大凡1mmのアルミニウム材料である。基板88は、必要量のパワーをベースヒーター84から放散させる熱伝導率を有するように設計されている。ベースヒーター84は比較的高いパワーを有しているので、必要量の熱伝導率が無ければ、このベースヒーター84は隣接する構成要素上に(抵抗回路トレースからの)「ウィットネス」マークを残してし

40

50

まい、それによりヒーターシステム全体の性能が低下することになる。

【0021】

チューニングヒーター90が、以上に述べられている様に、基板88の上に配置されていてエラストマー系ボンド層94を使用してチャック92へ固着されている。チャック92は、1つの形態では、大凡2.5mmの厚さを有する酸化アルミニウム材料である。ここに述べられている材料及び寸法は単に例示であり、よって本開示はここに述べられている特定の形態に限定されないということを理解されたい。加えて、チューニングヒーター90はベースヒーター84より低いパワーを有しており、以上に述べられている様に基板88は「ウィットネス」マークがチューニングヒーター90に付くことのないようベースヒーター84からパワーを放散させる機能を果たす。

10

【0022】

ベースヒーター84及びチューニングヒーター90は図2Cに更に詳細に示されており、当該図では、例示としての4つのゾーンがベースヒーター84用として18のゾーンがチューニングヒーター90用として示されている。1つの形態では、ヒーター80は、450mmのチャックサイズとの使用に適合されているが、ヒーター80は、熱分布を高度に特注仕様化するその能力に因り、より大きい又はより小さいチャックサイズと共に採用することもできる。加えて、高精細度ヒーター80は、ここに描かれている積重/平面構成ではなく、チャックの周囲の周りに又はチャックを横断する既定場所に採用することもできる。また更に、高精細度ヒーター80は、半導体加工設備内の他にもある構成要素の中で特にプロセスキット、チャンバ壁、蓋、ガスライン、及びシャワーヘッドに採用することができ、更に理解しておくべきこととして、ここに描かれ説明されているヒーター及び制御システムは幾つもの数の用途に採用することができ、よって例示としての半導体ヒーターチャック用途は本開示の範囲を限定するものと解釈されてはならない。

20

【0023】

本開示は、更に、ベースヒーター84及びチューニングヒーター90は加熱機能に限定されないものと考えている。「ベース機能層」及び「チューニング層」としてそれぞれ呼称されているこれらの部材の1つ又はそれ以上は、本開示の範囲に留まる限り、代わりに温度センサー層又は他の機能部材とすることもできるものと理解されたい。

【0024】

図2Dに示されている様に、二次的なチューニング層ヒーター99をチャック92の上面に含むことにより二重チューニング性能を提供することができる。本開示の範囲内に留まる限り、二次的なチューニング層は加熱層ではなく代わりに温度検知層として使用することもできる。従って、如何なる数のチューニング層ヒーターが採用されてもよく、ここに示され説明されているものに限定されるものではない。更に理解されるべきこととして、以下に述べられている熱アレイは、本開示の範囲内に留まる限り、積層型か他の構成かを問わず単一のヒーター又は複数のヒーターと共に採用することができる。

30

【0025】

図3を参照すると、図2A - 図2Dに説明されている様な熱アレイシステムで使用するための熱システム100が示されている。熱システム100は、複数の熱要素102a、102b、102c、及び102dを含んでいる。熱要素102a - 102dは、熱を生成することのできる多数の種々の要素のうちのどれにすることもできる。例えば、熱要素102a - 102dは、積層加熱要素、エッチング箔要素、又は巻線要素とすることができる。

40

【0026】

熱要素102a - 102dの各々は、抵抗と電流制限装置を画定している。より具体的には、熱要素102aは抵抗104aと電流制限装置106aを有している。熱要素102bは抵抗104bと電流制限装置106bを有している。同様に、熱要素102cは抵抗104cと電流制限装置106cを有している。最後に、熱要素102dは抵抗104dと電流制限装置106dを有している。電流制限装置106a - 106dは、ダイオード、シリコン制御整流器、又はシリコン制御スイッチであってもよい。

50

## 【 0 0 2 7 】

そういうものとして、熱要素 1 0 2 a - 1 0 2 d の各々は、各抵抗 1 0 4 a - 1 0 4 d が各電流制限装置 1 0 6 a - 1 0 6 d とそれぞれ直列接続されている。また、熱要素 1 0 2 a と 1 0 2 c は互いへ並列式に接続されている。加えて、熱要素 1 0 2 b と 1 0 2 d もまた並列式に接続されている。そういうものとして、熱要素 1 0 2 a と 1 0 2 c は第 1 の並列熱要素のサブセットを形成し、熱要素 1 0 2 b と 1 0 2 d は第 2 の並列熱要素のサブセットを形成しているわけである。

## 【 0 0 2 8 】

熱システム 1 0 0 は、更に、第 1 ノード 1 0 9 を有する第 1 電源ライン 1 0 8 と、第 2 ノード 1 1 1 を有する第 2 電源ライン 1 1 0 と、を含んでいる。第 1 電源ライン 1 0 8 は抵抗 1 0 4 a 及び 1 0 4 c へ接続されており、第 2 電源ライン 1 1 0 は抵抗 1 0 4 b 及び 1 0 4 d へ接続されている。そういうものとして、電源ライン 1 0 8 と 1 1 0 は、並列セットとして接続されている複数の熱要素 1 0 2 a - 1 0 2 d のサブセットへ電力を提供するために対として構成されている。

## 【 0 0 2 9 】

加えて、システム 1 0 0 は、共通ノード 1 1 3 を有する共通電源ライン 1 1 2 を更に含まれている。共通電源ライン 1 1 2 は電流制限装置 1 0 6 a - 1 0 6 d へ接続されている。そういうものとして、サブセット内の隣接する並列セットでは電流制限装置 1 0 6 a - 1 0 6 d の各々は逆である。すなわち、電流制限装置 1 0 6 a と 1 0 6 c は互いに逆であり、電流制限装置 1 0 6 b と 1 0 6 d は互いに逆である。

## 【 0 0 3 0 】

電源信号又は接地信号の何れかを電源ワイヤ 1 0 8 、 1 1 0 、 及び 1 1 2 へ選択的に提供することによって、電流が熱要素 1 0 2 a - 1 0 2 d の各々を通して伝送され、それにより電流が熱要素 1 0 2 a - 1 0 2 d を通過するときに熱を発生させることができる。下表は、ノード 1 0 9 、 1 1 1 、 及び 1 1 3 の電源ライン 1 0 8 、 1 1 0 、 及び 1 1 2 へそれぞれ提供される電源 ( P W R ) 信号又は接地 ( G N D ) 信号の各組合せを例示している。表に示されている様に、熱要素 1 0 2 a - 1 0 2 d が熱アレイシステムの加熱を提供する場合の制御については柔軟性がある。

## 【 0 0 3 1 】

【表 1】

| ノード109 | ノード111 | ノード113 | 熱要素の加熱     |
|--------|--------|--------|------------|
| GND    | GND    | GND    | 無し         |
| GND    | GND    | PWR    | 102b, 102c |
| GND    | PWR    | GND    | 102d       |
| GND    | PWR    | PWR    | 102c       |
| PWR    | GND    | GND    | 102a       |
| PWR    | GND    | PWR    | 102b       |
| PWR    | PWR    | GND    | 102a, 102d |
| PWR    | PWR    | PWR    | 無し         |

## 【 0 0 3 2 】

上表に示されている様に、熱システム 1 0 0 は、ノード 1 0 9 、 1 1 1 、 及び 1 1 3 の各々へ電力が印加されるか又は接地が印加されるかに依存して、熱システム 1 0 0 が熱要素 1 0 2 a - 1 0 2 d の少なくとも 1 つを通して電流を提供するように構成されるか又は熱要素 1 0 2 a - 1 0 2 d のうちの 1 つだけを通して電流を提供するように構成される、というようになっている。また、表中に見られる様に、3つのワイヤを使用して4つの異なる熱要素を選択的にアクティブにすることができる。一例として、アレイが6つの熱システム 1 0 0 を含んでいたとする、つまり合計で 2 4 の熱要素を有していたとすると、それら 2 4 の各熱要素の各々を選択的に制御するには 1 8 のワイヤが必要ということになる。そういうものとして、熱システム 1 0 0 は、独立的、順次的を許容しながらヒーターの

アレイのワイヤ数の削減を可能にする。加えて、熱システム 100 は、ワイヤを電圧源へ接続することによって全てのラインが低インピーダンスに留まれるようにする。

#### 【0033】

図 4 を参照すると、熱システムのアレイが示されている。ここでは、アレイは 6 つの別々の熱システム 1100、2100、3100、4100、5100、及び 6100 を含んでいる。熱システム 1100、2100、3100、4100、5100、及び 6100 の各々は、これまでに説明されている構成要素から成っていて、同様の符号で表されている。

#### 【0034】

本例では、熱システム 1100 は 3 つのワイヤ 1108、1110、及び 1112 を有し、ワイヤはそれぞれノード 1109、1111、及び 1113 を有している。同様に、熱アレイシステム 2100、3100、4100、5100、及び 6100 もまた、それぞれが 3 つのワイヤを有し、各ワイヤがノードを有し、合計ワイヤ数は 18 に上る。上述の様に、本図では同様の構成要素を指すのに同様の符号が用いられている。

#### 【0035】

同じく、熱アレイシステム 1100 は熱要素 1102 a、1102 b、1102 c、及び 1102 d を有している。同様に熱アレイシステム 2100、3100、4100、5100、及び 6100 もまたそれぞれが 4 つの熱要素を有している。合計で、熱システムのアレイは 24 の熱要素を保有している。

#### 【0036】

24 の熱要素を制御することが、先述の 18 のワイヤを利用することによって成し遂げられる。よって、これは、独立的で順次的な制御を可能にしながら、しかもマトリクストポグラフィー又はメトカーフトポグラフィーを実装すること無しに、ヒーターのアレイのワイヤ数を削減する。このアレイは、更に、ワイヤを電圧源へ付着させることによって全てのラインを低インピーダンスに留めることができるという追加の益を有している。このアレイは、外部温度センサーからのフィードバック制御下に走らせることもできるし、又はヒーター電圧をヒーター電流で除算した比に基づくフィードバックからの抵抗ベース温度制御として走らせることもできる。その場合、ダイオードはシステムから較正することのできる電圧エラーを表す。

#### 【0037】

図 5 を参照すると、熱システム 200 の別の実施例が示されている。ここでは、熱システム 200 は、以上に説明されている熱要素 102 a - 102 d 並びに電源ライン 108、110、及び 112 を含んでいる。これまでに説明されている要素を指すのに同様の符号が用いられている。ここでは、熱システム 200 は制御システム 210 を含んでいる。制御システム 210 は、明細書に説明されている多数の異なる方法の何れか 1 つを遂行するようにプロセッサ 212 を構成するための命令を格納しているメモリ 214 と通信しているプロセッサ 212 を含むことができる。プロセッサ 212 は、2 つ以上のプロセッサであってもよいものと理解されたい。また、メモリ 214 は、図示の様にプロセッサ 212 から分離されていてもよいし、単数又は複数のプロセッサ内に一体化されていてもよい。

#### 【0038】

制御システム 210 は、並列セットとして接続されている複数の熱要素 102 a - 102 d のサブセットへ電力を提供するように構成されていてもよい。制御システム 210 は、更に、上表に記載されている様に電圧を電源ライン 108、110、及び 112 へ選択的に印加することによって、複数の熱要素 102 a - 102 b の少なくとも 1 つのための電流を提供するように構成されてもよい。

#### 【0039】

次に図 6 を参照すると、熱システムを制御するための方法 300 が提供されている。方法 300 は、説明されている熱アレイシステムの何れかを制御するために利用でき、説明されている制御システムの何れかによって実行させることができる。方法は、ブロック 3

10

20

30

40

50

10にて始まる。ブロック312で、コントローラはアレいの各熱要素についての設定値を計算する。例えば、各熱要素について抵抗設定値を設定し、当該熱要素についての測定された抵抗を、当該熱要素への電力提供を停止するためのトリガとして使用するようにしてもよい。ブロック314で、各熱要素についての時間ウィンドウが計算される。時間ウィンドウは、特定の熱要素に電力供給するのに割り当てられた時間としてもよい。但し、熱要素の抵抗が設定値より上になれば、コントローラは時間ウィンドウの残部について休止したままとなるか又は次の熱要素へ電力供給するべく次のウィンドウへ直行するようになっていてもよい。しかしながら、測定目的で絶えずパワーがシステムへ提供され、それにより加熱要素が加熱用途にとって必要とされるものを超えてしまうことのないように、各熱要素については最小待ち時間を有しているのが望ましいであろう。

10

#### 【0040】

更に理解しておくべきこととして、方法300は、1つ又はそれ以上の熱要素の温度を求めるために外部温度センサーを利用することもできる。したがって、外部温度センサーからのフィードバック制御、又はヒーター電圧をヒーター電流で除算した比に基づくフィードバックからの抵抗ベース温度制御を利用することができる。抵抗ベース温度制御を利用する場合には、ダイオードはシステムから較正することのできる電圧エラーを表す。

#### 【0041】

ブロック316で、コントローラは、現在の熱要素について時間ウィンドウの終点に達したかどうかを判定する。現在の熱要素についての時間ウィンドウの終点に達していたら、方法はライン320に従いブロック322へ至る。ブロック322で、コントローラは、アレい内の次の熱要素へインクリメントしブロック316へ進みそこでプロセスが続行する。時間ウィンドウの終点に達していなければ、方法はライン318に従いブロック324へ至る。ブロック324で、コントローラは、同時に、熱要素へ電力供給すると共に熱要素の電気特性を測定することができる。ブロック326で、コントローラは、熱要素が抵抗回路設定値を超過したかどうかを測定された特性に基づいて判定する。設定値を超過していれば、方法は、時間ウィンドウが完了するまで待つか、又は幾らかの遅延の後にライン328に沿ってブロック322へ進む。ブロック322で、抵抗回路は次の熱要素へインクリメントされ、プロセスはブロック316へ進む。熱要素が測定された特性に基づいて設定値を超過していなければ、プロセスはライン330に従いブロック316へ入りプロセスが続行する。

20

30

#### 【0042】

説明されているコントローラ、制御システム、又はエンジンの何れかは、1つ又はそれ以上のコンピュータシステムに実装することができる。1つの例示としてのシステムが図7に示されている。コンピュータシステム400は、以上に論じられている方法に説明されている様な命令を実行するためのプロセッサ410を含んでいる。命令は、メモリ412又は記憶装置414例えばディスクドライブ、CD、又はDVDの様なコンピュータ可読媒体に記憶させることができる。コンピュータは、命令に応じてディスプレイ装置418例えばコンピュータモニター上にテキスト表示又はグラフィカル表示を生成するディスプレイコントローラ416を含んでいてもよい。加えて、プロセッサ410は、データ又は命令を他のシステム例えば他の汎用コンピュータシステムへ通信するためにネットワークコントローラ420と通信することもできる。ネットワークコントローラ420は、イーサネット（登録商標）又は他の既知のプロトコルを介して通信し、処理を分散させることもできるし、又はローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、又は他の一般に使用されるネットワークポートを含む様々なネットワークポートを介して情報への遠隔アクセスを提供することもできる。

40

#### 【0043】

当業者には容易に理解される様に、以上の説明は、本発明の原理の実施形の一例証とすることを意図している。発明は付随の特許請求の範囲の中で定義されている本発明の精神から逸脱することなく修正、変形、及び変更の余地があるという点で、この説明は本発明の範囲又は適用を限定するものではない。

50

## 【符号の説明】

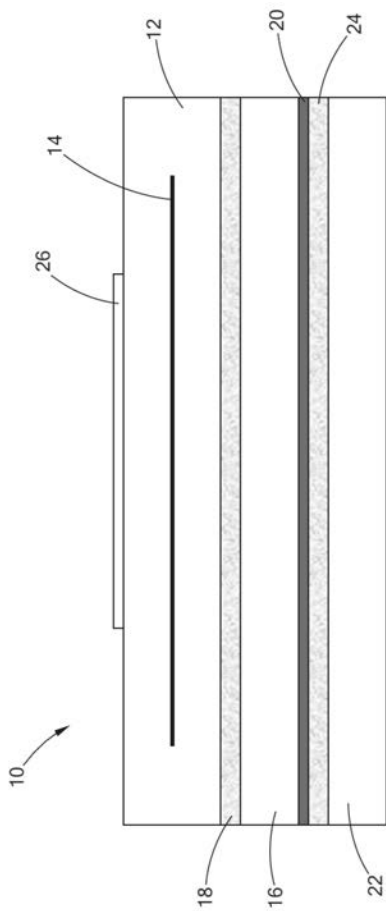
## 【 0 0 4 4 】

|                                                                                                                                                                   |                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|
| 1 0                                                                                                                                                               | 支持部組立体          |    |
| 1 2                                                                                                                                                               | 静電チャック          |    |
| 1 4                                                                                                                                                               | 埋込み電極           |    |
| 1 6                                                                                                                                                               | ヒータープレート又は目的物   |    |
| 1 8                                                                                                                                                               | 接着層             |    |
| 2 0                                                                                                                                                               | ヒーター（先行技術）      |    |
| 2 2                                                                                                                                                               | 冷却プレート          |    |
| 2 4                                                                                                                                                               | 接着層             | 10 |
| 2 6                                                                                                                                                               | 基板              |    |
| 5 0                                                                                                                                                               | ヒーター            |    |
| 5 1                                                                                                                                                               | チャック            |    |
| 5 2                                                                                                                                                               | ベースヒーター層        |    |
| 5 4                                                                                                                                                               | ヒーター回路          |    |
| 5 5                                                                                                                                                               | ベースヒーター層の開口     |    |
| 5 6                                                                                                                                                               | ヒーター層開口（又はビア）   |    |
| 6 0                                                                                                                                                               | チューニングヒーター層     |    |
| 6 2                                                                                                                                                               | 個別加熱要素          |    |
| 6 4                                                                                                                                                               | チューニングヒーター層の開口  | 20 |
| 6 6                                                                                                                                                               | ルーティング層         |    |
| 6 8                                                                                                                                                               | ルーティング層の内部空洞    |    |
| 7 0                                                                                                                                                               | 電気リードの第 1 のセット  |    |
| 7 2                                                                                                                                                               | 電気リードの第 2 のセット  |    |
| 8 0                                                                                                                                                               | ヒーター            |    |
| 8 2                                                                                                                                                               | ベースプレート又は目的物    |    |
| 8 4                                                                                                                                                               | ベースヒーター         |    |
| 8 6                                                                                                                                                               | エラストマー系ボンド層     |    |
| 8 8                                                                                                                                                               | 基板              |    |
| 9 0                                                                                                                                                               | チューニングヒーター      | 30 |
| 9 2                                                                                                                                                               | チャック            |    |
| 9 4                                                                                                                                                               | エラストマー系ボンド層     |    |
| 9 9                                                                                                                                                               | 二次的なチューニング層ヒーター |    |
| 1 0 0、2 0 0、1 1 0 0、2 1 0 0、3 1 0 0、4 1 0 0、5 1 0 0、6 1 0 0                                                                                                       |                 |    |
| 熱システム                                                                                                                                                             |                 |    |
| 1 0 2 a - 1 0 2 d、1 1 0 2 a - 1 1 0 2 d、2 1 0 2 a - 2 1 0 2 d、3 1 0 2 a - 3 1 0 2 d、4 1 0 2 a - 4 1 0 2 d、5 1 0 2 a - 5 1 0 2 d、6 1 0 2 a - 6 1 0 2 d             |                 |    |
| 0 2 d                                                                                                                                                             | 熱要素             |    |
| 1 0 4 a - 1 0 4 d、1 1 0 4 a - 1 1 0 4 d、2 1 0 4 a - 2 1 0 4 d、3 1 0 4 a - 3 1 0 4 d、4 1 0 4 a - 4 1 0 4 d、5 1 0 4 a - 5 1 0 4 d、6 1 0 4 a - 6 1 0 4 d             |                 |    |
| 0 4 d                                                                                                                                                             | 抵抗              | 40 |
| 1 0 6 a - 1 0 6 d、1 1 0 6 a - 1 1 0 6 d、2 1 0 6 a - 2 1 0 6 d、3 1 0 6 a - 3 1 0 6 d、4 1 0 6 a - 4 1 0 6 d、5 1 0 6 a - 5 1 0 6 d、6 1 0 6 a - 6 1 0 6 d             |                 |    |
| 0 6 d                                                                                                                                                             | 電流制限装置          |    |
| 1 0 8、1 1 0、1 1 2、1 1 0 8、1 1 1 0、1 1 1 2、2 1 0 8、2 1 1 0、2 1 1 2、3 1 0 8、3 1 1 0、3 1 1 2、4 1 0 8、4 1 1 0、4 1 1 2、5 1 0 8、5 1 1 0、5 1 1 2、6 1 0 8、6 1 1 0、6 1 1 2 |                 |    |
|                                                                                                                                                                   | 電源ライン           |    |
| 1 0 9、1 1 1、1 1 3、1 1 0 9、1 1 1 1、1 1 1 3、2 1 0 9、2 1 1 1、2 1 1 3、3 1 0 9、3 1 1 1、3 1 1 3、4 1 0 9、4 1 1 1、4 1 1 3、5 1 0 9、5 1 1 1、5 1 1 3、6 1 0 9、6 1 1 1、6 1 1 3 |                 |    |
|                                                                                                                                                                   | ノード             | 50 |

2 1 0 制御システム  
 2 1 2 プロセッサ  
 4 1 4 メモリ  
 4 0 0 コンピュータシステム  
 4 1 0 プロセッサ  
 3 1 2 メモリ  
 4 1 4 記憶装置  
 4 1 6 ディスプレイコントローラ  
 4 1 8 ディスプレイ装置  
 4 2 0 ネットワークコントローラ

10

【図 1】

FIG. 1  
(先行技術)

【図 2 A】

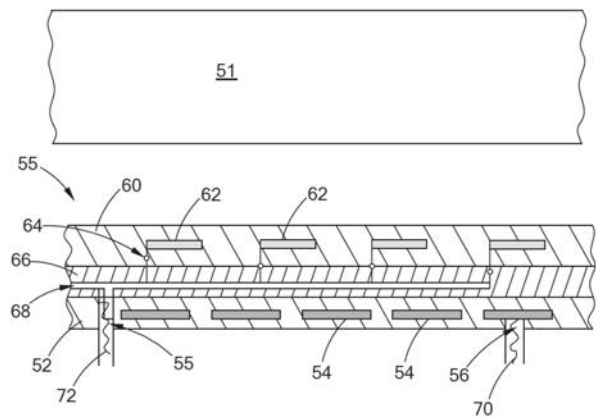


FIG. 2A

【図 2 B】

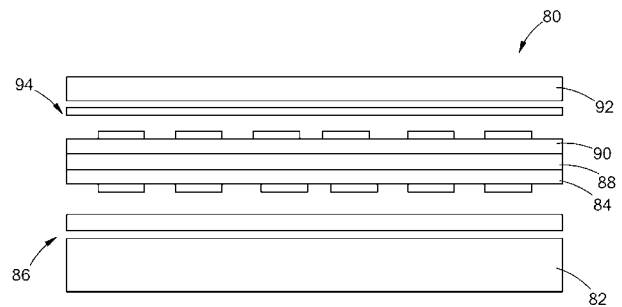


FIG. 2B

【図 2 C】

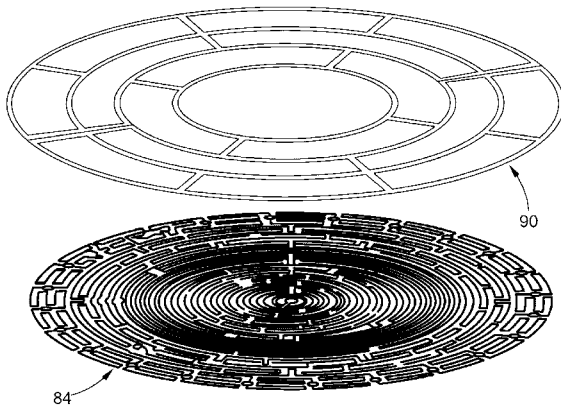


FIG. 2C

【図 2 D】

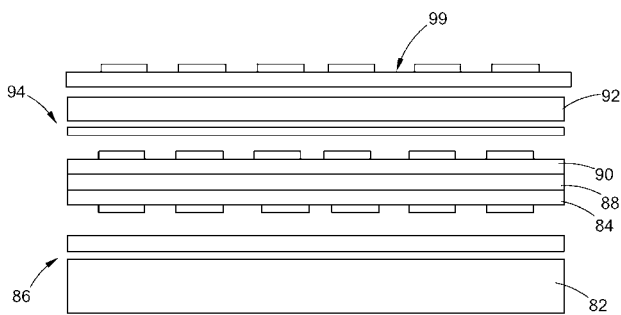


FIG. 2D

【図 4】

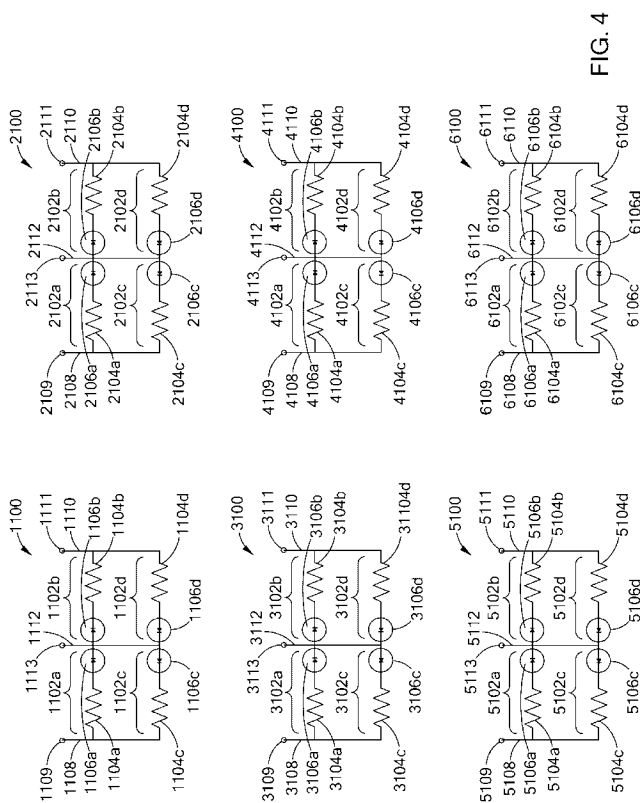


FIG. 4

【図 5】

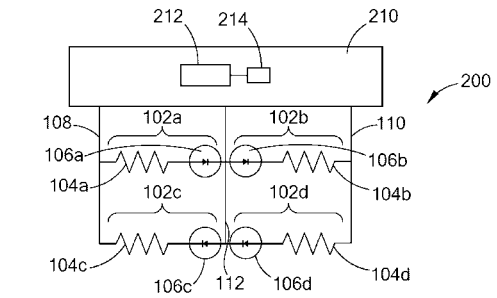


FIG. 5

【 図 6 】

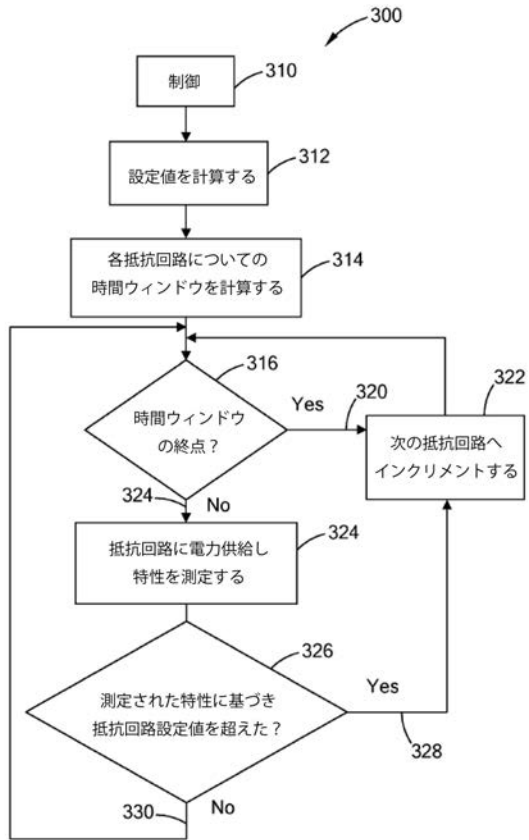


FIG. 6

【 図 7 】

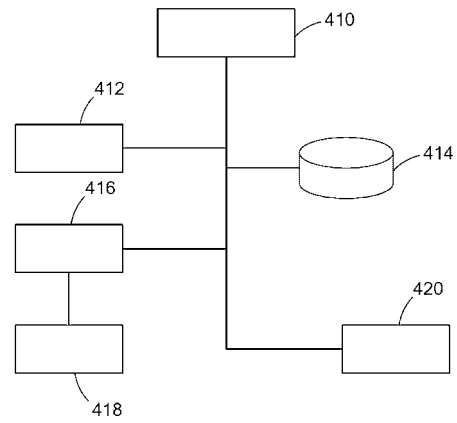


FIG. 7

---

フロントページの続き

(72)発明者 スタインハウザー, ルイ, ピー.

アメリカ合衆国 ミズーリ州 6 3 1 2 9 , セントルイス, クリップル クリーク ドライブ  
2 4 4 8

F ターム(参考) 3K058 CA12 CE12 CE19 CE23

3K092 PP20 QA05 QB26 QB51 RF03 RF19

5F131 AA02 CA03 EA03 EA04 EB11 EB17 EB78 EB79 EB81